Acercándonos a las estrellas

Material imprescindible 1

Semana 1

Autor: José Maza S.

EduAbierta

UNIVERSIDAD DE CHILE

PTE

fcfm

Centro de Astrofísica y Tecnologías Afines

- **Bibliografía:**

- "**The Essential Cosmic Perspective**" Bennett, Donahue, Schneider & Voit, Seventh Edition, Pearson Education Inc., San Francisco, 2015

- De este libro he tomado muchas de las figuras que presentaré en el curso.

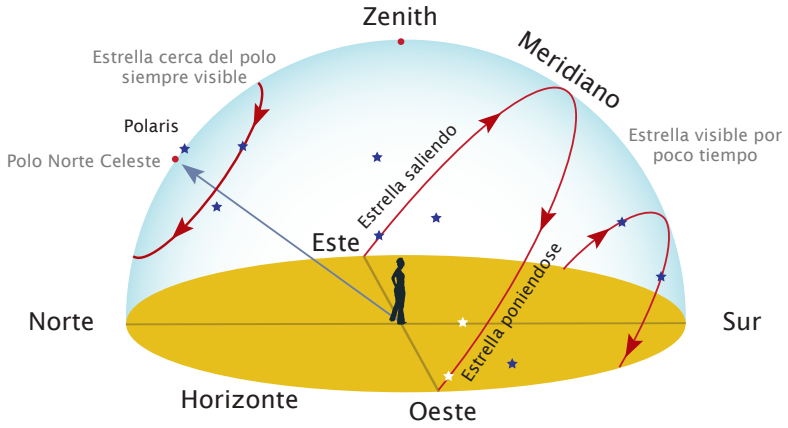
- El libro "Astronomía Contemporánea", que yo escribí para la editorial Ediciones B, también puede servir (parcialmente). Desgraciadamente se encuentra agotado.

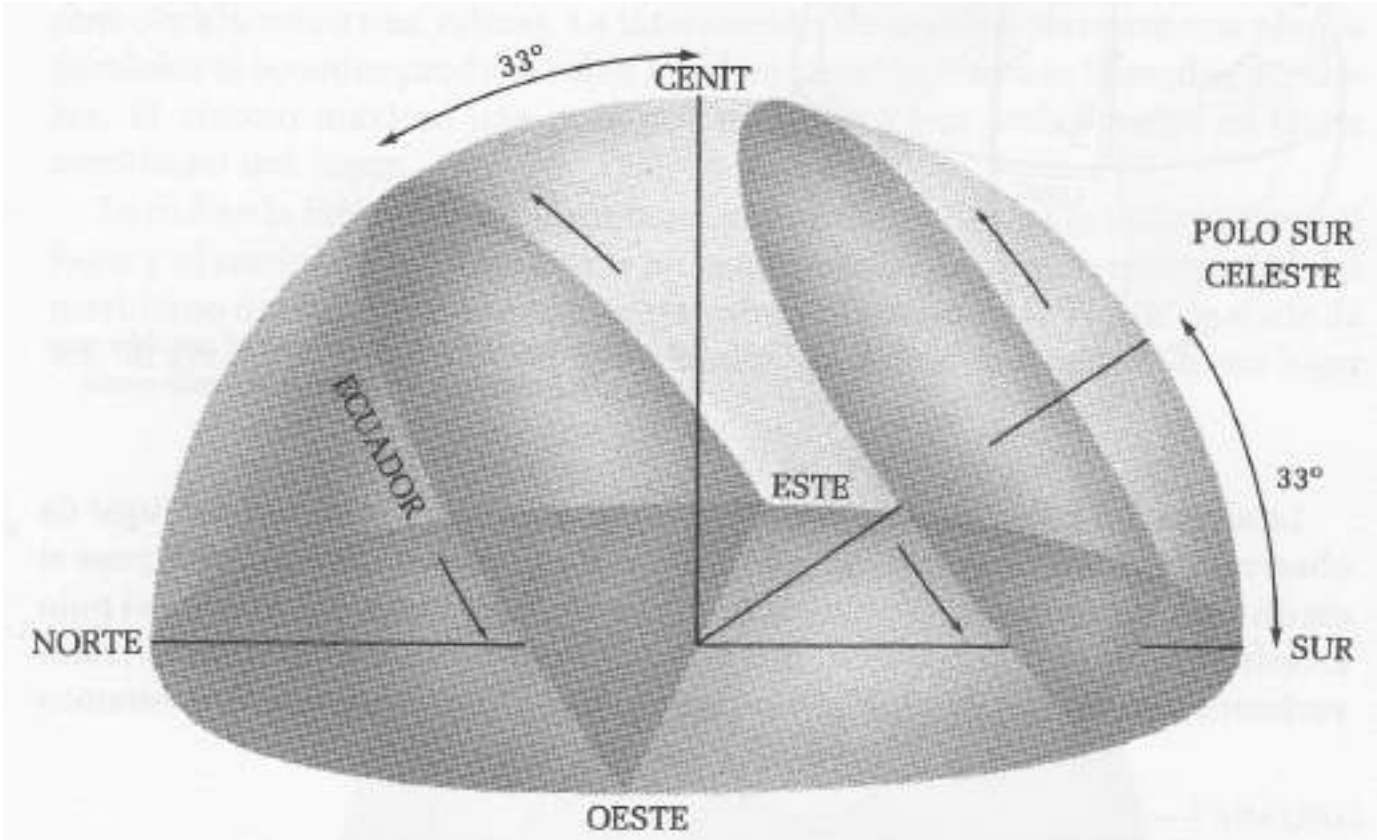
La Esfera Celeste

- Vemos el cielo como proyectado en una esfera de radio infinito, llamada “la esfera celeste”.
- **Horizonte**: plano que corta la esfera celeste en dos partes iguales.
- **Cenit**: punto sobre la esfera celeste donde penetra la vertical del lugar.
- **Nadir**: punto opuesto al cenit (apunta hacia las antípodas)
- **Polos celestes**: puntos de la esfera celeste donde penetra la prolongación del eje de rotación terrestre.
- La altura del polo celeste sobre el horizonte es la latitud del lugar.

- **Meridiano**: Círculo máximo que pasa por el polo celeste y el cenit del lugar.
- **Puntos cardinales**: la proyección al horizonte del polo celeste marca el punto cardinal sur (o norte). El punto cardinal norte (o sur) es el punto opuesto sobre el horizonte. El "punto cardinal **este**" está 90° a la derecha del punto cardinal norte. El "punto cardinal **oeste**" es el opuesto al anterior.
- **Ecuador celeste**: Círculo máximo que equidista de los polos celeste (es la proyección al cielo del ecuador celeste.)

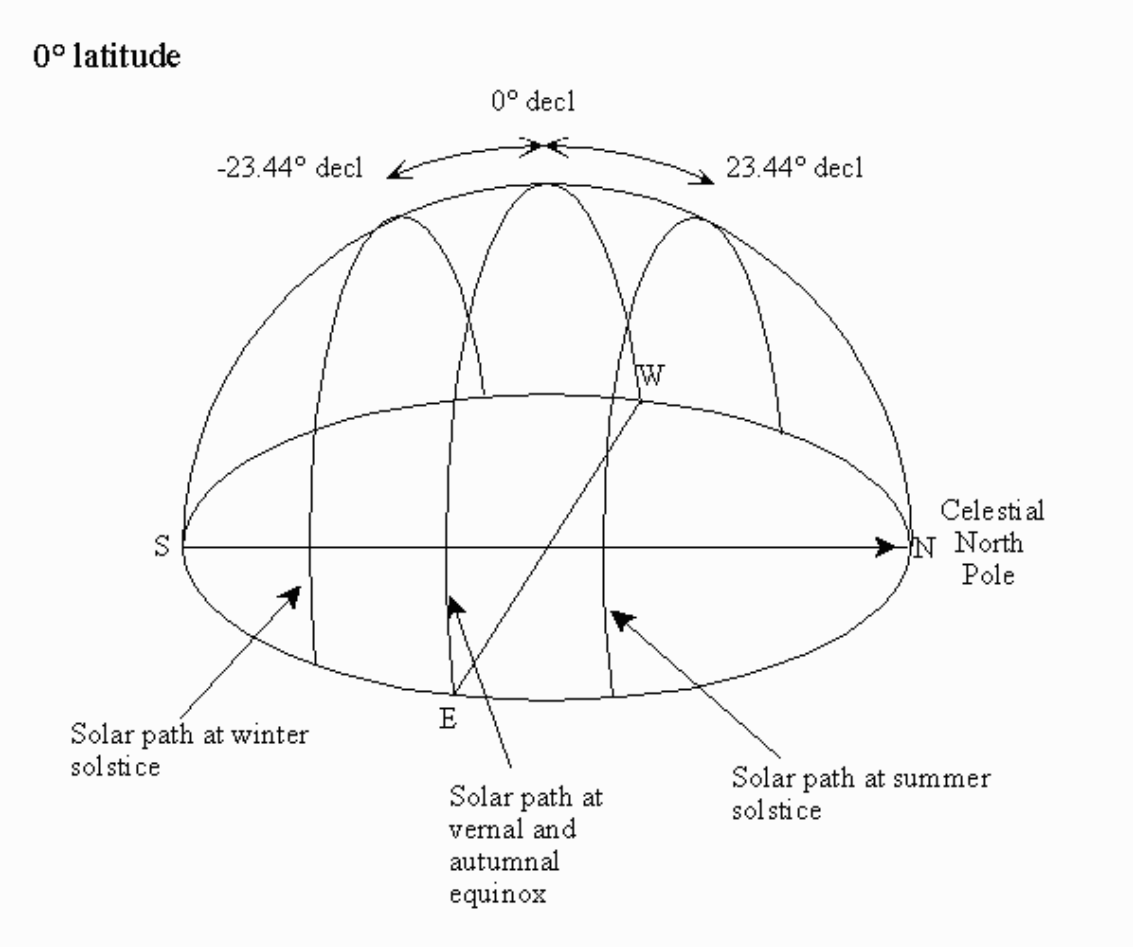
El cielo para un observador del hemisferio norte





Bóveda celeste para un observador en Santiago a 33° de latitud sur. El polo celeste sur está a 33° de altura sobre el horizonte.

Bóveda celeste para un observador en el ecuador



- El Sol se mueve lentamente contra el fondo de la esfera celeste, casi un grado por día hacia el este, girando un vuelta completa en 365,25 días (un año).
- El Sol en el curso de “24 horas” gira en el cielo siguiendo una trayectoria paralela al ecuador celeste.
- El desplazamiento hacia el este sigue un círculo máximo que no coincide con el ecuador, llamado **eclíptica.**
- El plano del ecuador y el plano de la eclíptica forman un ángulo de 23,5°.
- Se dice que la eclíptica está “oblicua” con respecto al ecuador y “la oblicuidad de la eclíptica es de 23,5°.

Trayectoria del Sol sobre la eclíptica

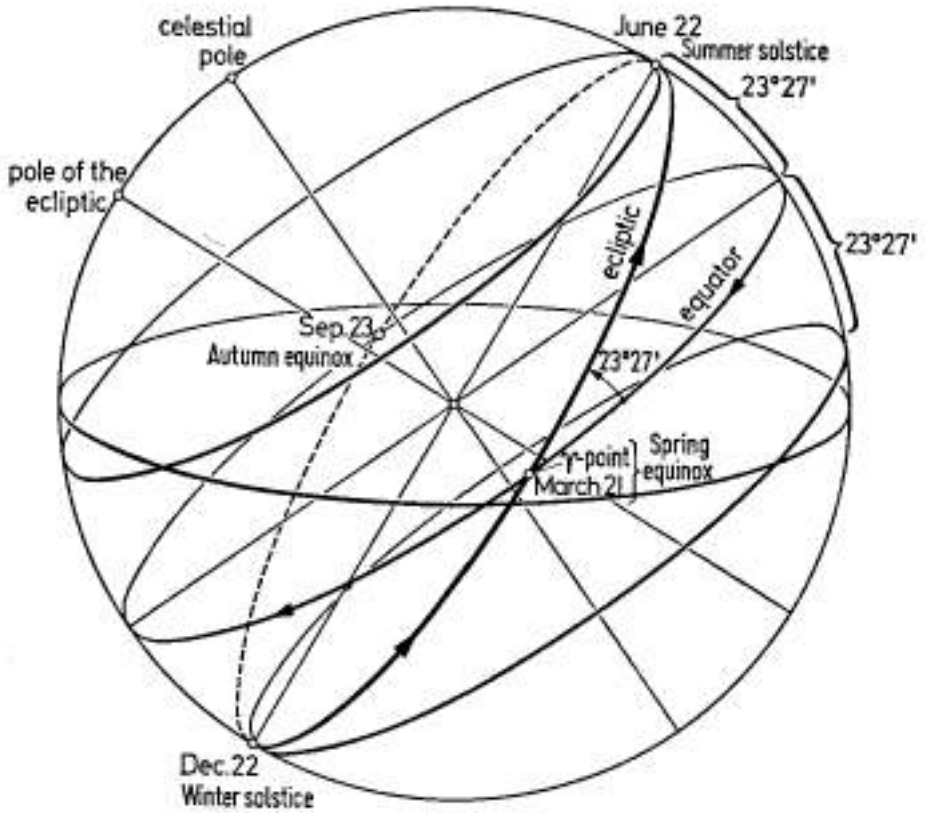


Fig. 3.1. Apparent annual motion of the Sun among the stars. Ecliptic. Seasons

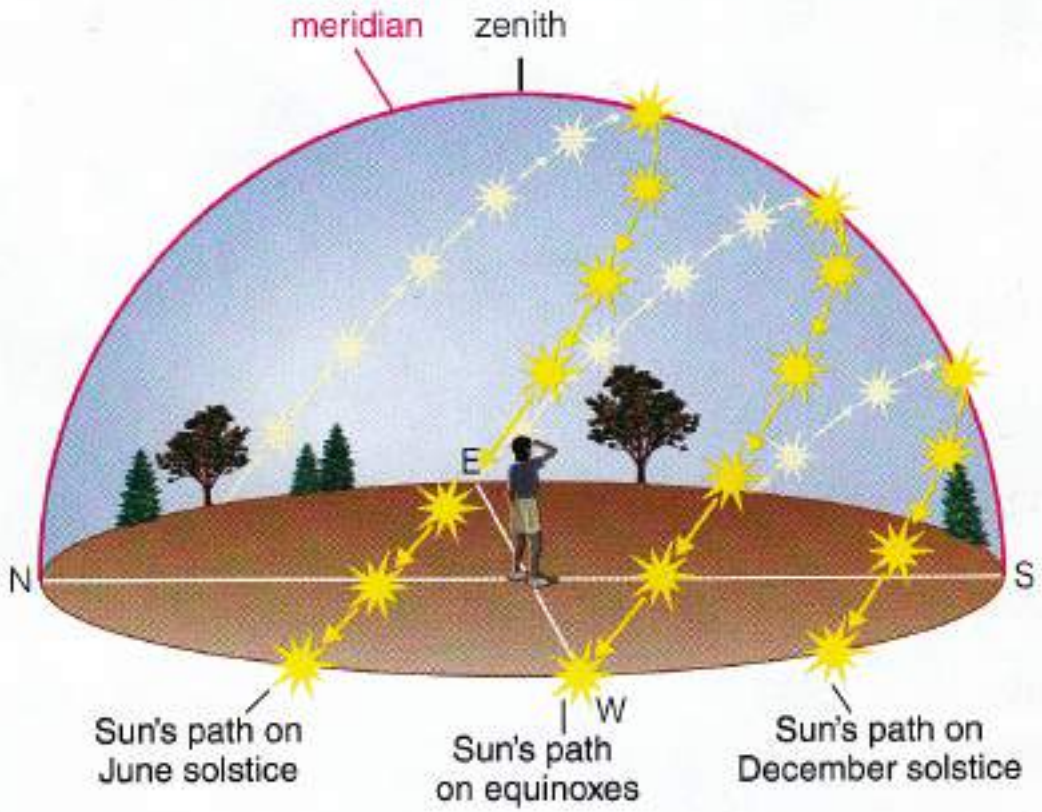


FIGURE 2.16

This diagram shows the Sun's path on the solstices and equinoxes for a Northern Hemisphere sky (latitude 40°N). The precise paths are different for other latitudes; for example, at latitude 40°S, the paths look similar except tilted to the north rather than to the south. Notice that the Sun rises exactly due east and sets exactly due west only on the equinoxes.

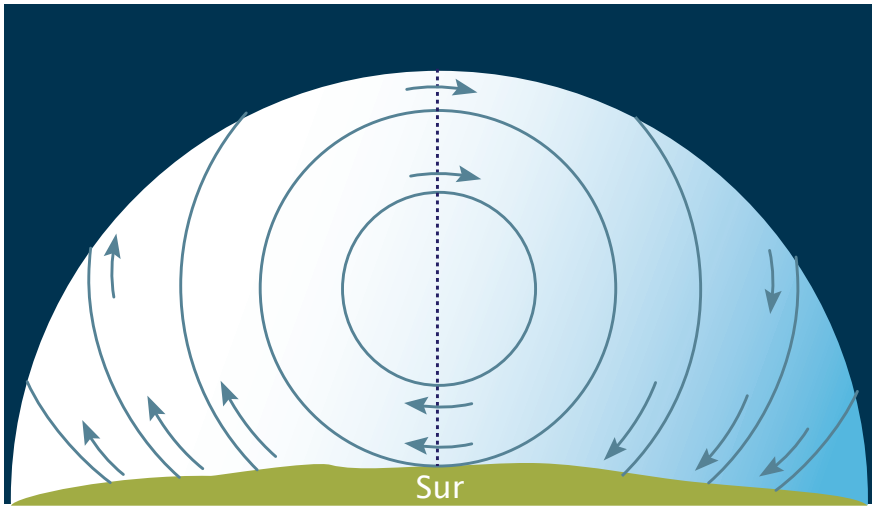
El cielo rota en torno del polo sur celeste en esta imagen tomada delante del telescopio Gemini sur

Cielo del Observatorio ALMA

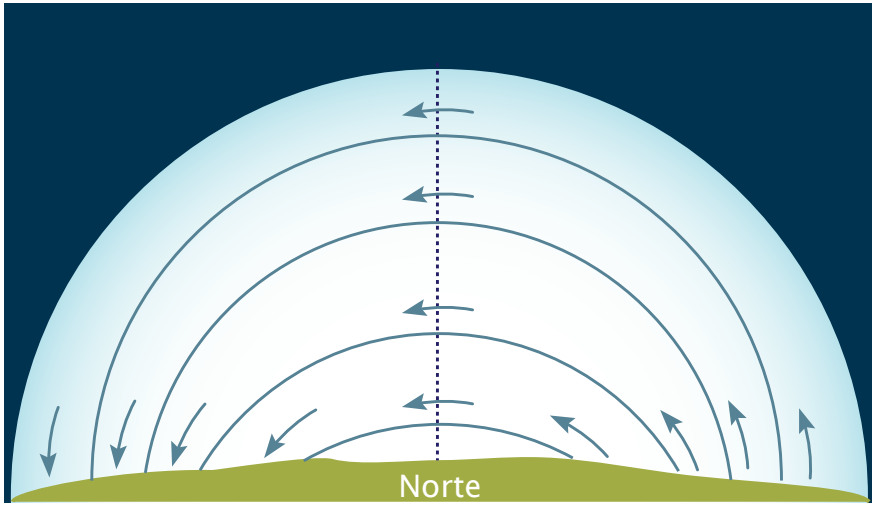
Cielo en Armazones

Cielo en Chajnantor, Observatorio TAO

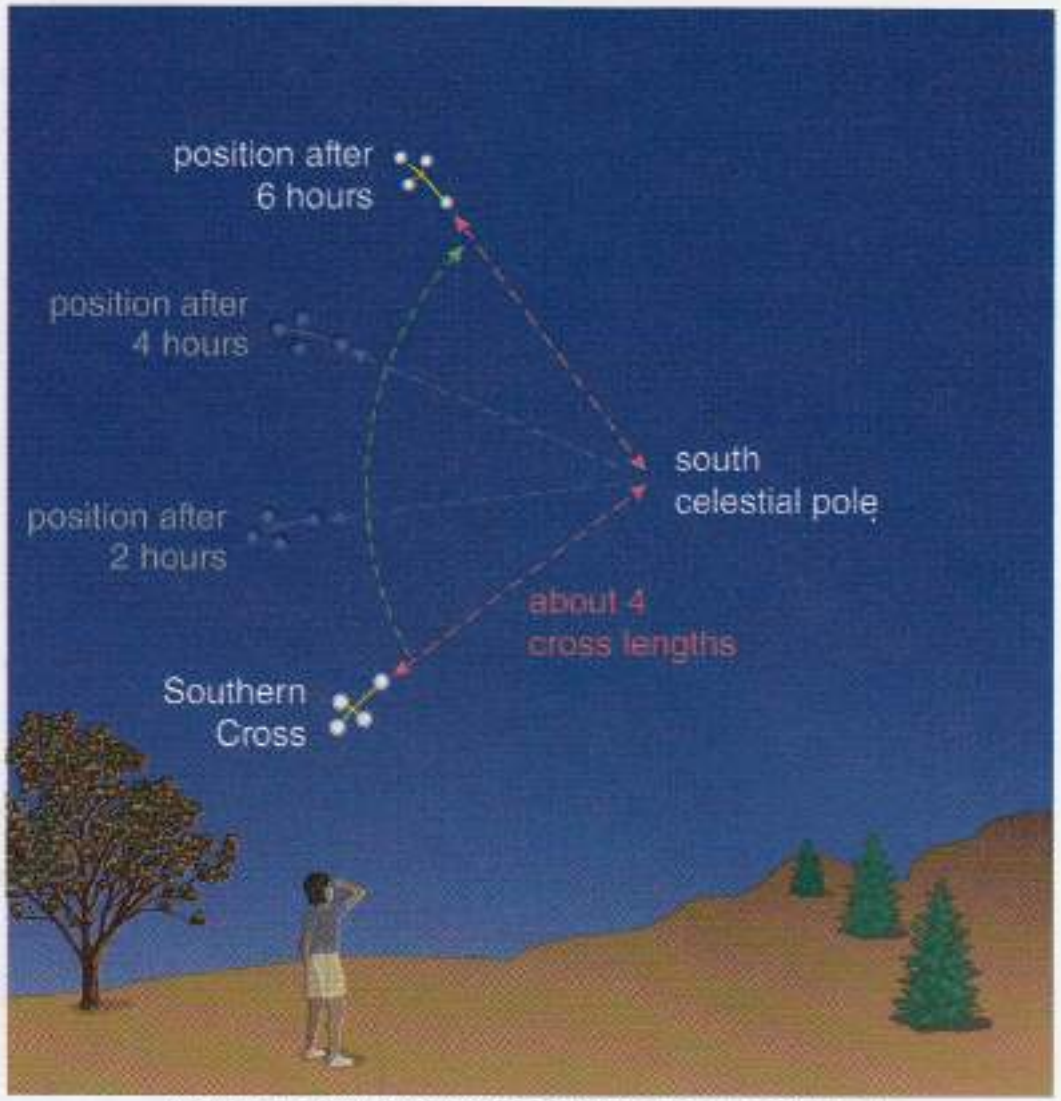
Vía Láctea, desde ALMA



Desde el hemisferio sur,
mirando hacia el sur,
vemos las estrellas girar
en torno al polo sur celeste,
en el sentido de los punteros
de un reloj.



Mirando hacia el norte
Vemos las estrellas girar
contra reloj.

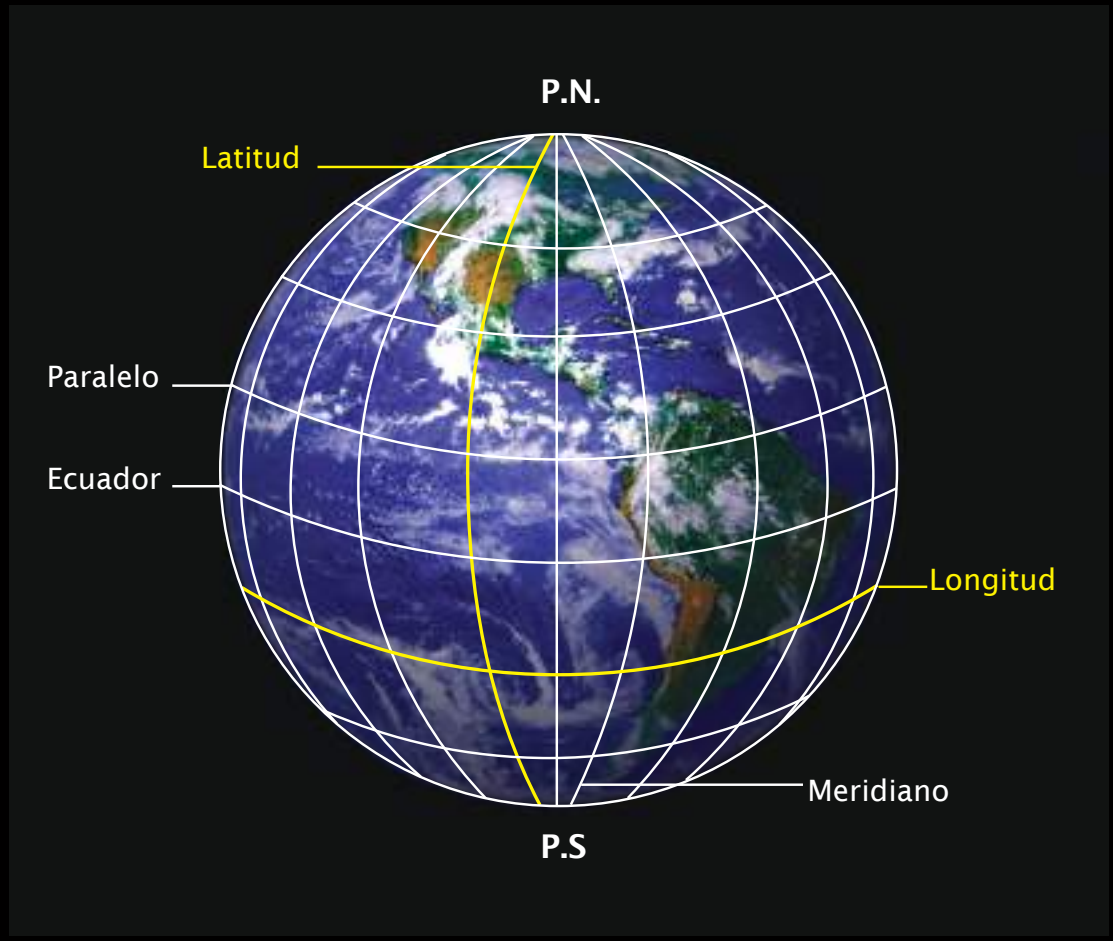


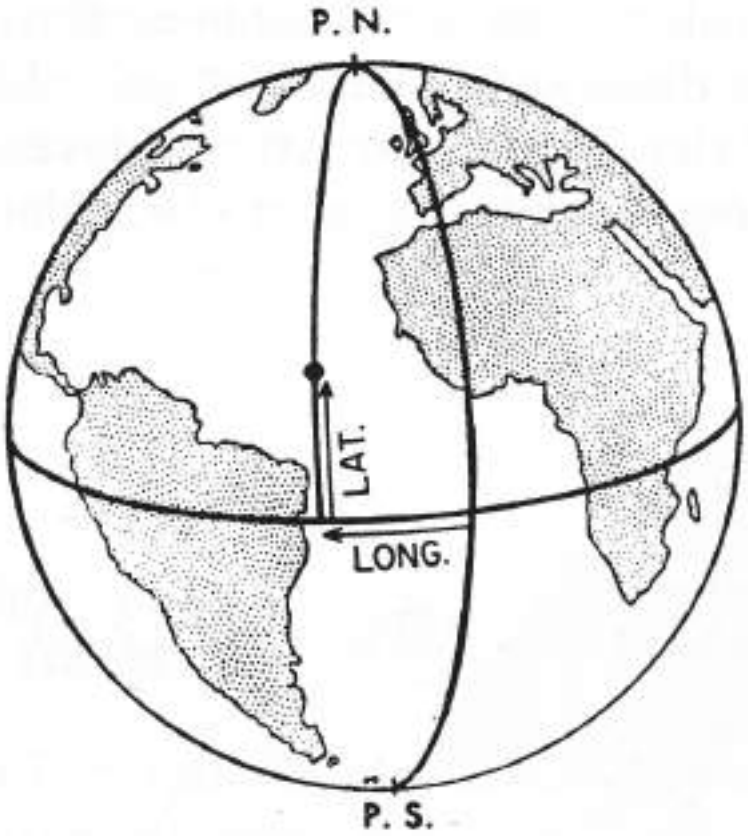
looking southward in the Southern Hemisphere

b The Southern Cross points to the south celestial pole, which is not marked by any bright star. The sky appears to turn *clockwise* around the south celestial pole.

Coordenadas Terrestres

- Se definen **latitud** y **longitud**
- **Latitud** de 0 a +90 (norte) y
- De 0 a -90 (sur)
- La **longitud** se define con respecto al **meridiano de Greenwich** (de 0 a 12 horas al este o al oeste de Greenwich).
- Santiago está en -33° y 4 hr 42 min W.

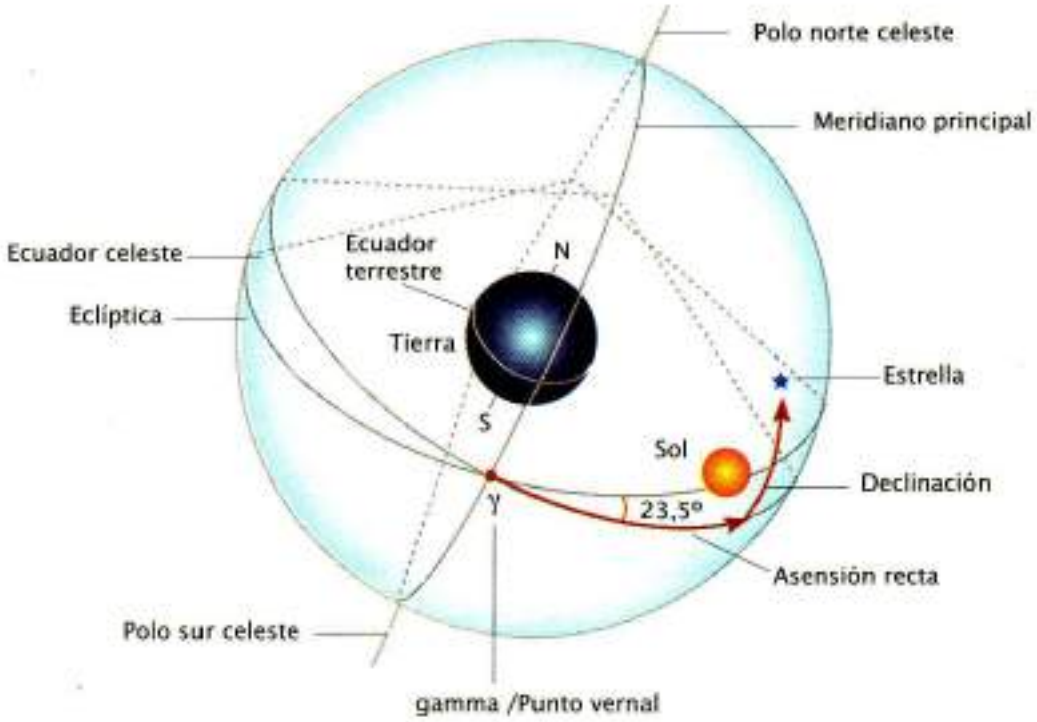

P.N.
Latitud
Paralelo
Ecuador
Longitud
Meridiano
P.S


P. N.
LAT.
LONG.
P. S.

Coordenadas Celestes

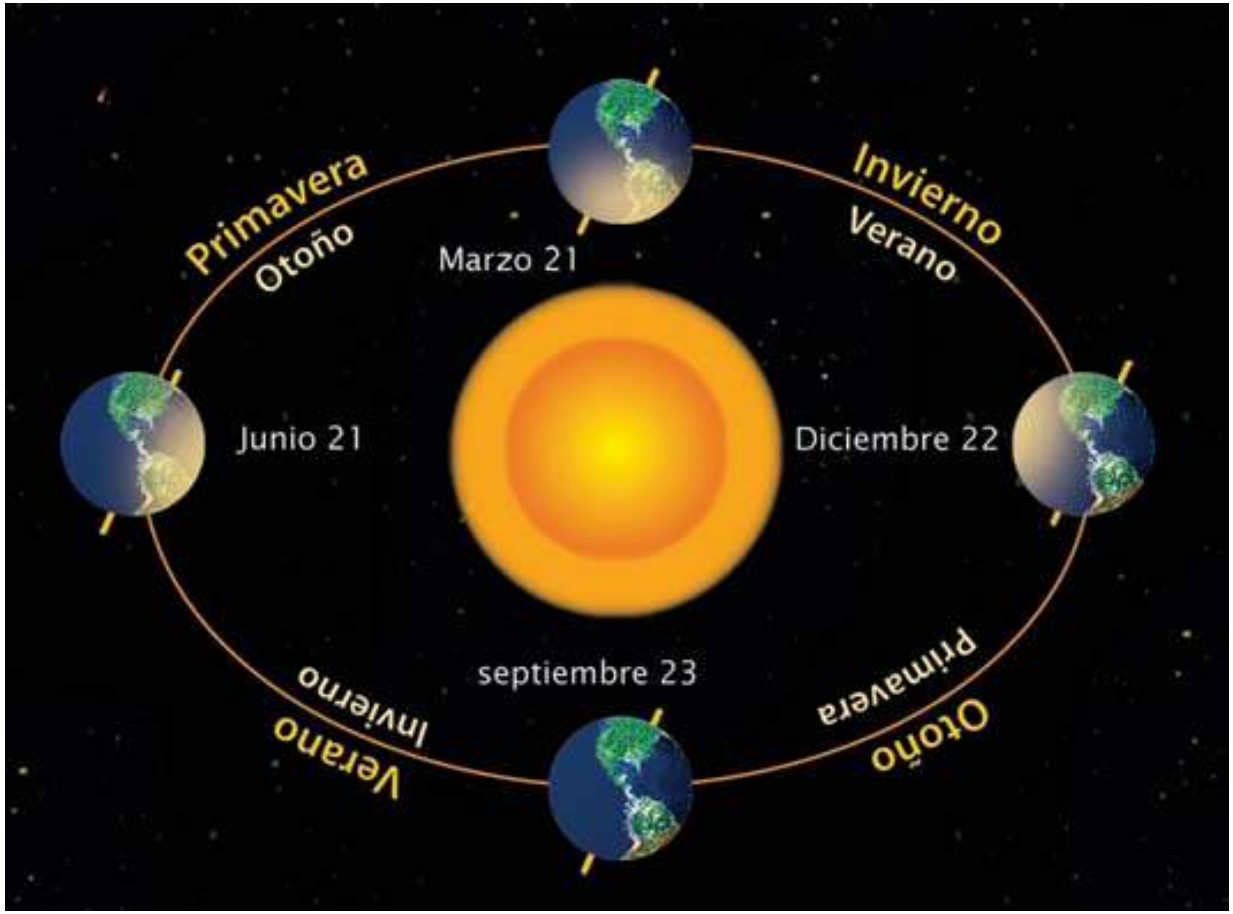
- Se define **declinación**, distancia al ecuador celeste (equivale a la latitud terrestre) y
- **ascensión recta** (equivale a la longitud terrestre)
- La **ascensión recta** se define a partir del punto gamma, hacia el este, de 0 a 24 horas.
- El punto gamma es una de las intersecciones del ecuador celeste y la eclíptica.
- La trayectoria del Sol sobre la esfera celeste, en el curso de un año define un círculo máximo que se conoce como "**la eclíptica**."
- El plano de la eclíptica forma un ángulo de 23,5 grados con el ecuador celeste.

- La eclíptica intersecta el ecuador celeste en dos puntos: el punto gamma (γ) y el punto libra.
- El Sol está en el punto gamma cuando cruza la eclíptica de sur a norte (el 21 de marzo).
- El punto gamma es el origen de las "ascensiones rectas"



Representación de la Bóveda Celeste. La declinación, δ, se mide de 0 a 90 grados al norte y de 0 a 90 grados hacia el sur del ecuador. La ascensión recta, α, se mide de 0 a 24 horas, por el ecuador celeste, hacia el este, a partir del punto γ (el equinoccio vernal).

Las estaciones



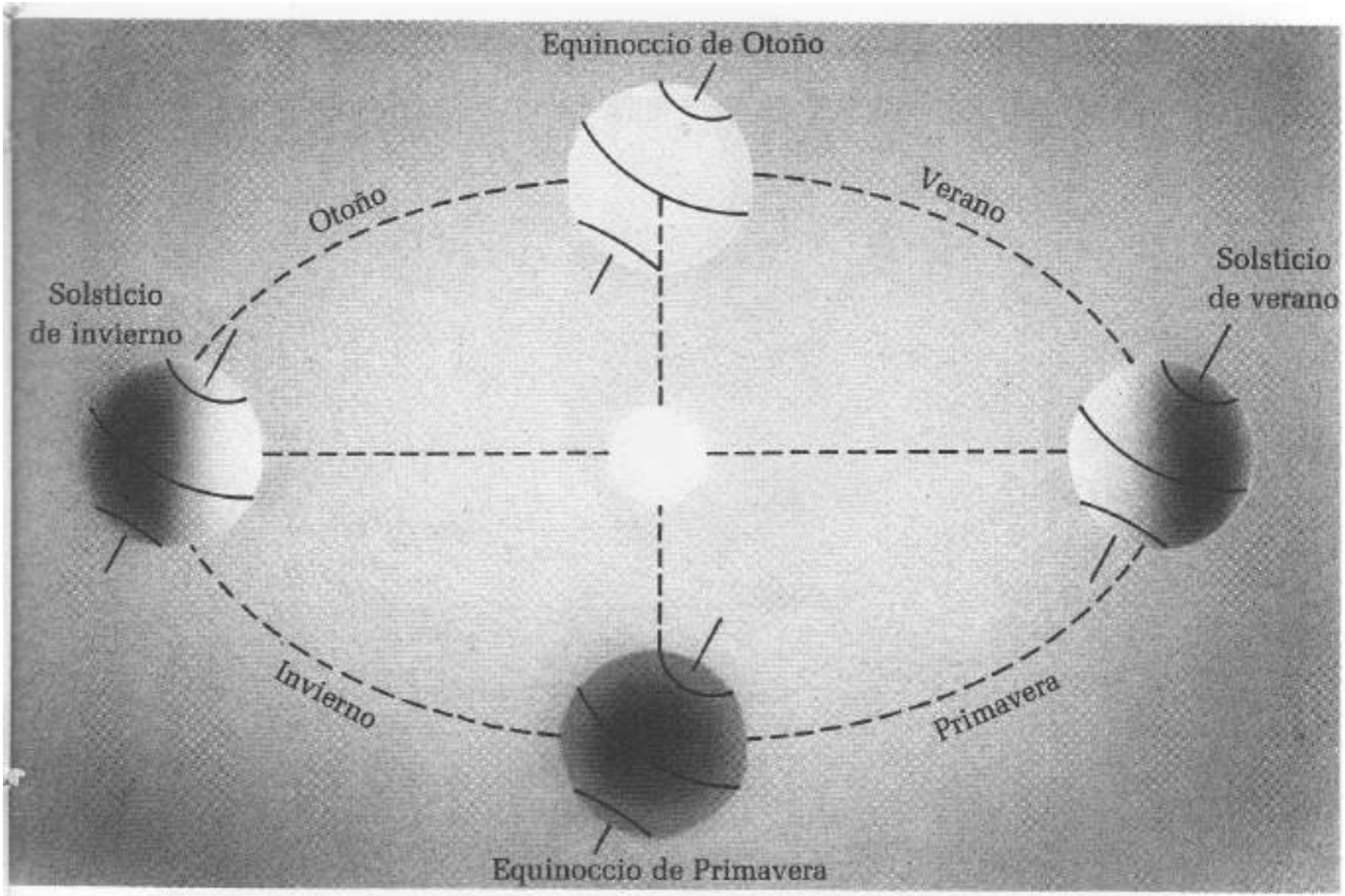
- El plano de la órbita terrestre alrededor del Sol se lo conoce como “la eclíptica”.
- El eje de rotación terrestre no está perpendicular a la eclíptica sino inclinado 23,5 grados (c/r a la normal).
- Por ello el ecuador forma un ángulo de 23,5 grados con respecto a la eclíptica.
- Se dice que la eclíptica está “**oblicua**” c/r al ecuador.
- La **oblicuidad de la eclíptica** es de 23,5 grados.

- En la esfera celeste el Sol se mueve por la eclíptica en el curso de un año.
- Seis meses el Sol está en un hemisferio y seis en el otro.
- **La oblicuidad de la eclíptica es la causa de las estaciones.**
- La órbita terrestre es elíptica lo que hace que el Sol en una época del año (ahora en enero) está más cerca de la Tierra.
- Esa ligera variación **NO ES IMPORTANTE Y NO PRODUCE CAMBIOS CLIMÁTICOS**.

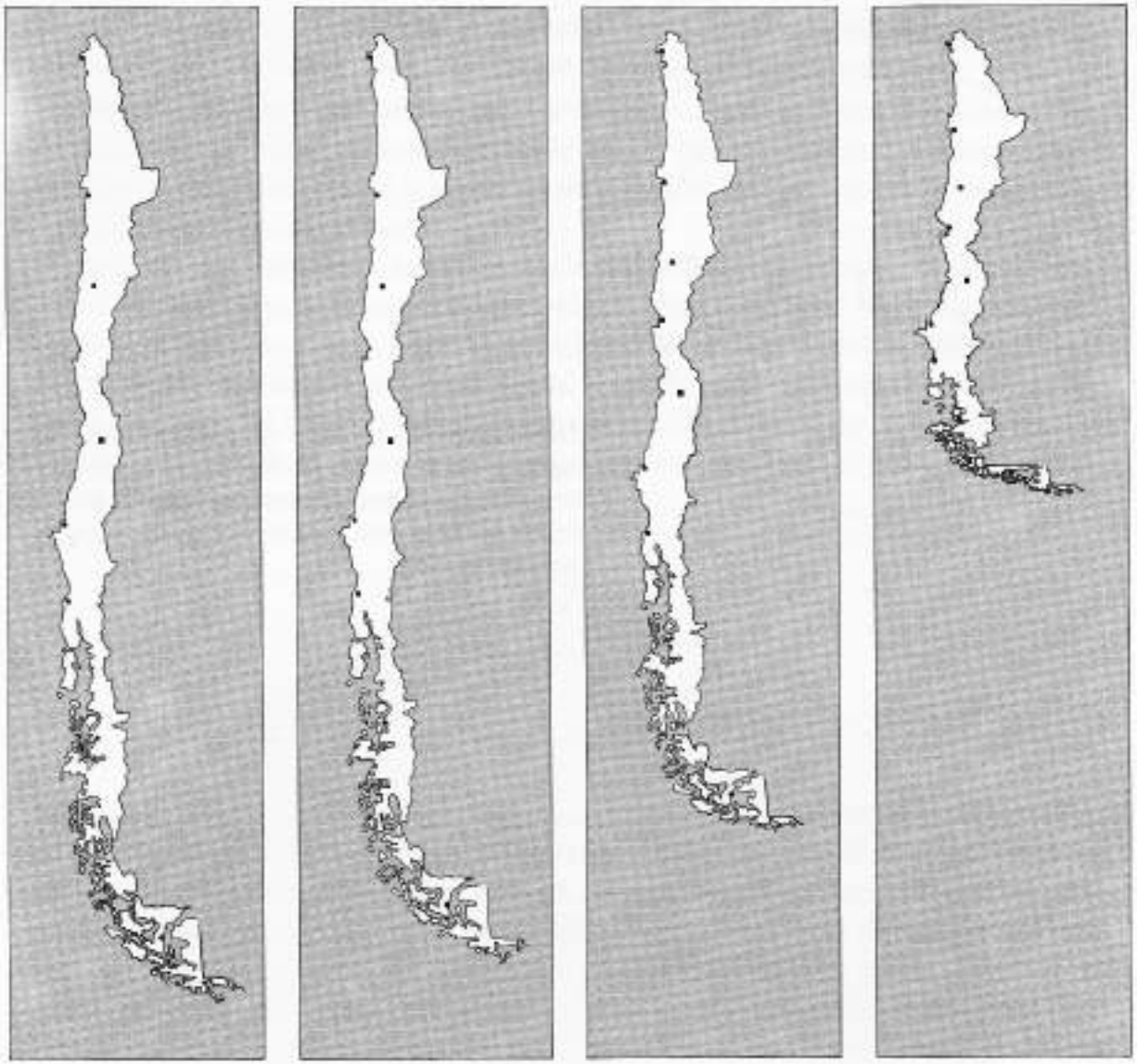
- La excentricidad de la órbita terrestre es de 0,017 por lo cual la Tierra en el perihelio está a una distancia al Sol a(1+e) y en el afelio está a una distancia a(1-e), donde $a=149{,}6 \times 10^6 km$
- La diferencia de iluminación entre el perihelio y el afelio es de $[(1+e)/(1-e)]^2 = 1{,}07$. Esto no es suficiente para explicar el invierno y el verano.
- Además cuando es invierno en el sur es verano en el norte y viceversa.
- **La causa de las estaciones es la oblicuidad de la eclíptica.**

Solsticios y Equinoccios

- Cuando el Sol está cruzado el ecuador (aprox el 21 de marzo y el 21 de Septiembre) se producen los **equinoccios**.
- Cuando el Sol se encuentra en sus posiciones extremas hacia el norte o hacia el sur, se producen los **solsticios** (el 21 de Junio y el 21 de Diciembre).
- Equinoccios porque los días y las noches son iguales y solsticios porque el Sol se detiene en su movimiento hacia el norte (o hacia el sur) y a partir de ahí se devuelve.



Esquema de las cuatro estaciones para un habitante del hemisferio sur. El Sol ilumina la Tierra desde la parte central de su órbita.



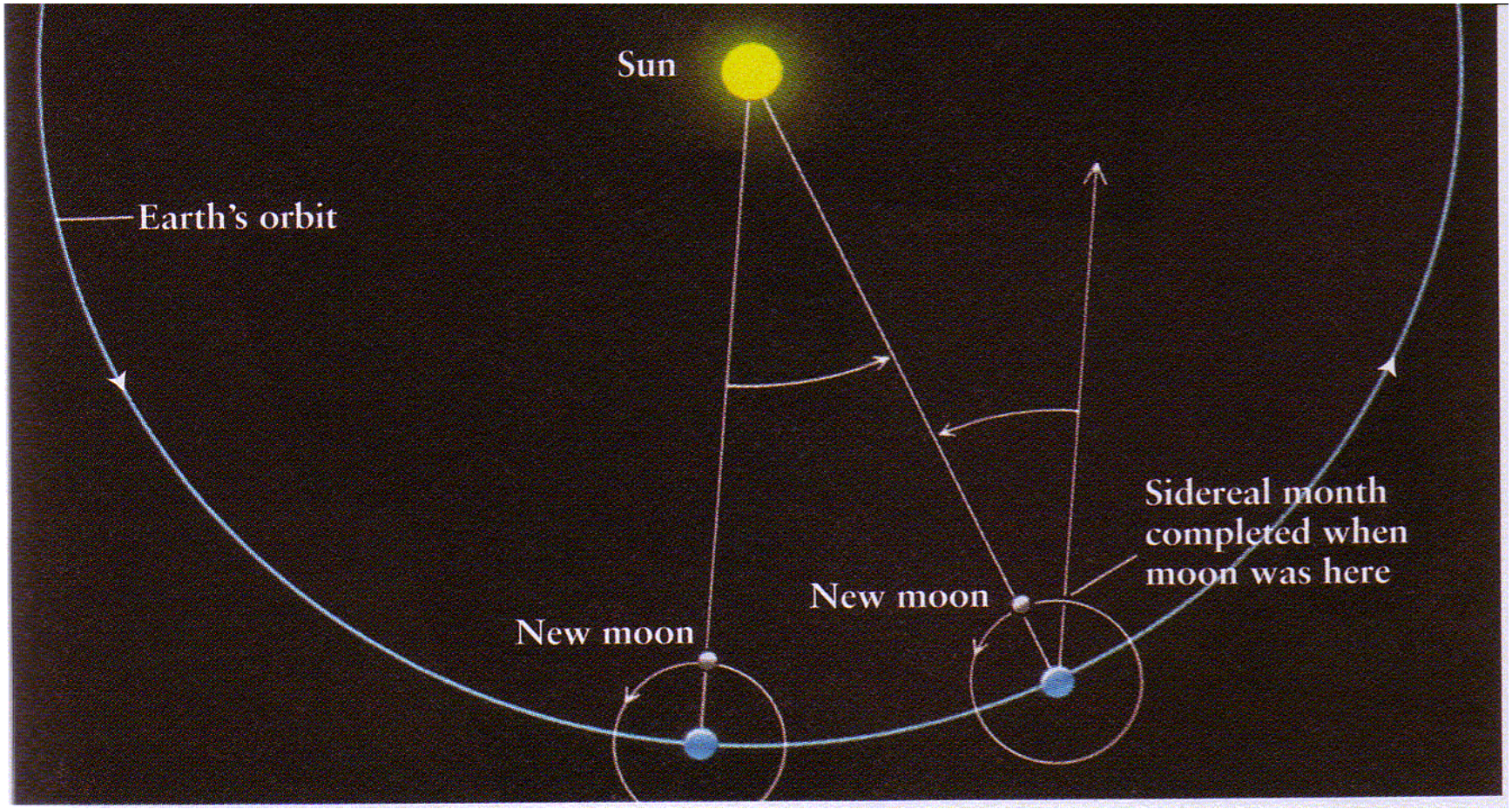
Cuatro esquemas de Chile. A la izquierda una vista plana equivalente a recortar a Chile del globo terráqueo. A continuación se presentan esquemas de cómo ve el Sol a Chile en el solsticio de verano, en el equinoccio de otoño (a primavera) y en el solsticio de invierno. La curvatura terrestre no afecta la visión que el Sol tiene del extremo norte en cualquier época del año, no así la del extremo sur, donde las estaciones por ende serán mucho más notorias.

La Luna

- La Luna, nuestro satélite natural está situada a una distancia media de la Tierra de 384.000 kilómetros y gira en torno a ella en 27,3 días.
- La luna rota en torno a un eje en los mismos 27,3 días por lo cual presenta siempre la “misma cara” a la Tierra.
- La Luna tiene un radio de 1.738 km (0,27 R_T).
- La Luna tiene una masa de $7{,}35 \times 10^{22}$ kg ($M_T/81$)

- La luna en su traslación alrededor de la Tierra la vemos iluminada por el Sol de distinta forma produciendo las fases lunares.
- En un período de 29,53 días (período sinódico) la Luna pasa de nueva, a cuarto creciente, Luna llena, cuarto menguante y vuelta a Luna nueva.
- El **período sinódico** está dado por una combinación del período sideral (27,3) y el período de la Tierra en torno al Sol (365,25)
- "Sínodo": junta, encuentro, conjunción de dos cuerpos celestes en el mismo grado de la eclíptica.
- Período sinódico: tiempo que transcurre entre dos encuentros (entre dos lunas nuevas por ejemplo).

Período sideral y período sinódico

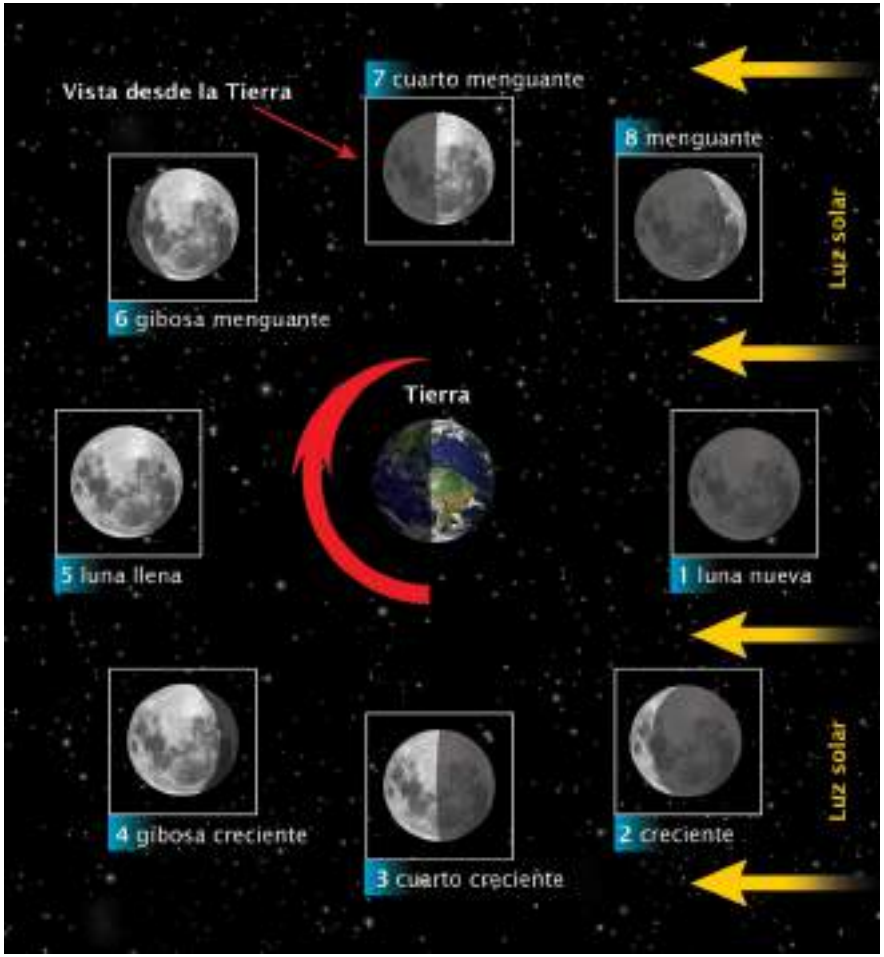


$$\frac{360}{P_{sid}} - \frac{360}{P_{Tierra}} = \frac{360}{P_{\sin}}$$

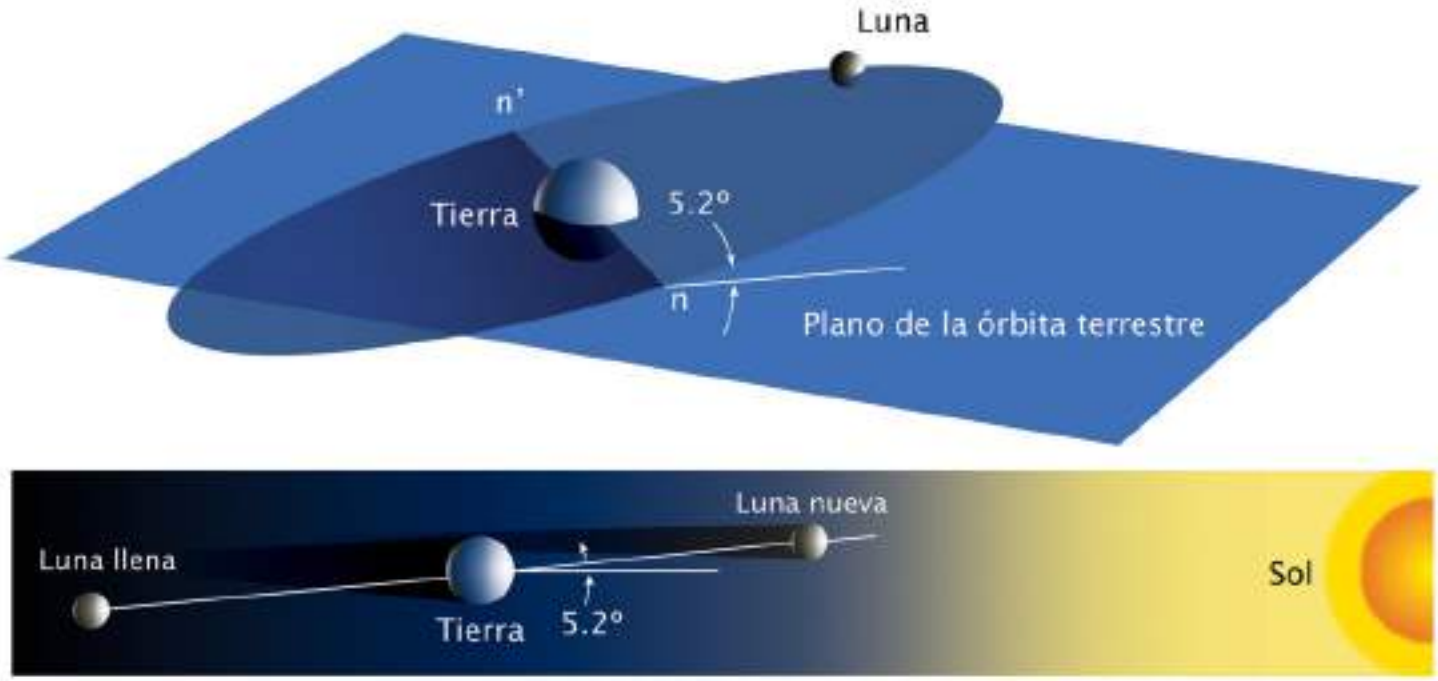
$$\frac{1}{P_{sid}} - \frac{1}{P_{Tierra}} = \frac{1}{P_{\sin}}$$

$$\frac{1}{P_{\sin}} = \frac{1}{27,32} - \frac{1}{365,25} = \frac{(365,25 - 27,32)}{27,32 \times 365,25} = \frac{1}{29,53}$$

Las fases de la Luna



Eclipses de Sol y Luna

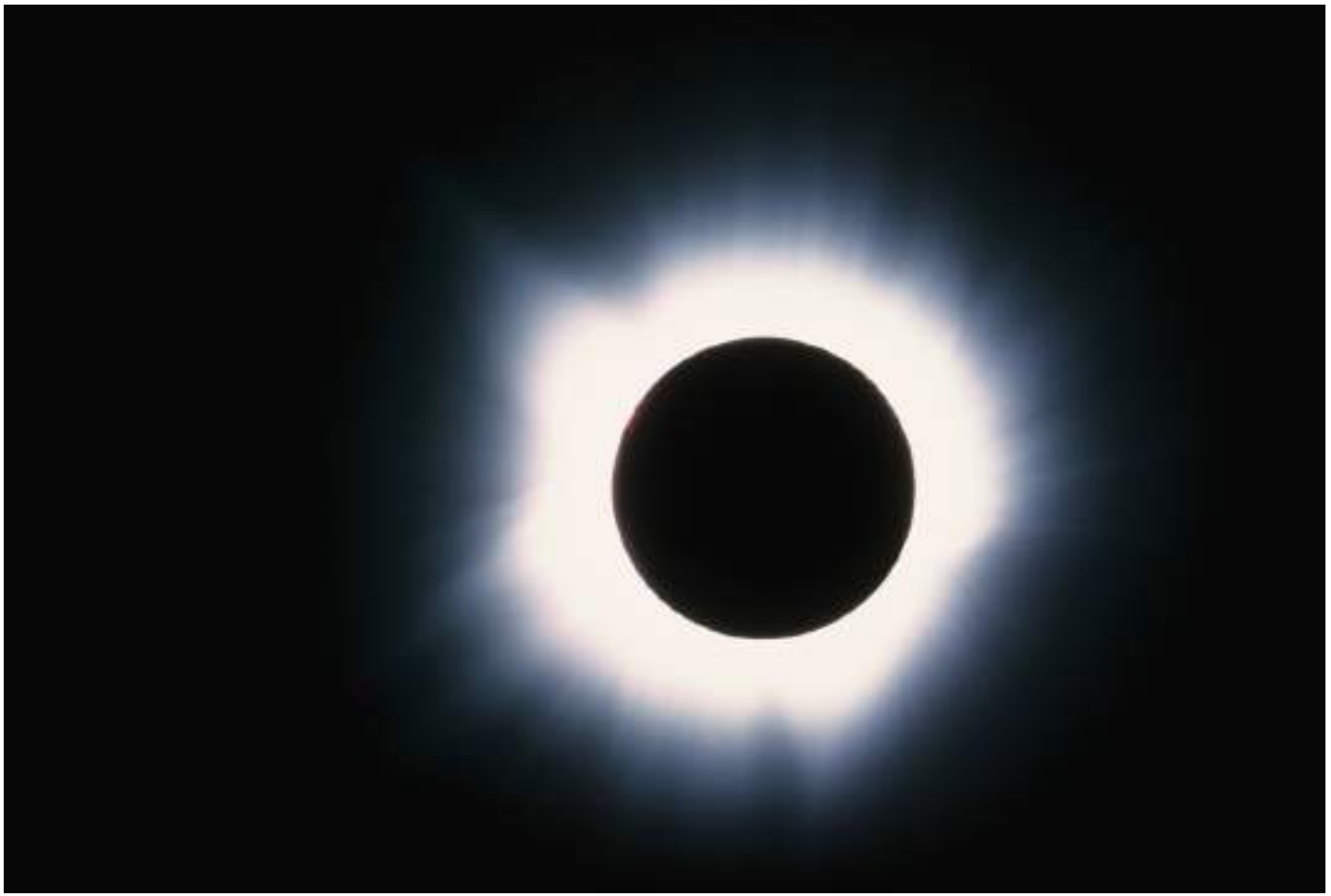


- La órbita lunar no coincide con la eclíptica sino que está inclinada algo más de 5 grados respecto a ella.
- Por eso en luna nueva la Luna no queda "perfectamente alineada" con el Sol ni tampoco se produce esa alineación en Luna llena.
- La órbita lunar corta a la eclíptica en dos puntos llamados "**nodos**": **nodo ascendente (n) y nodo descendente (n')**.

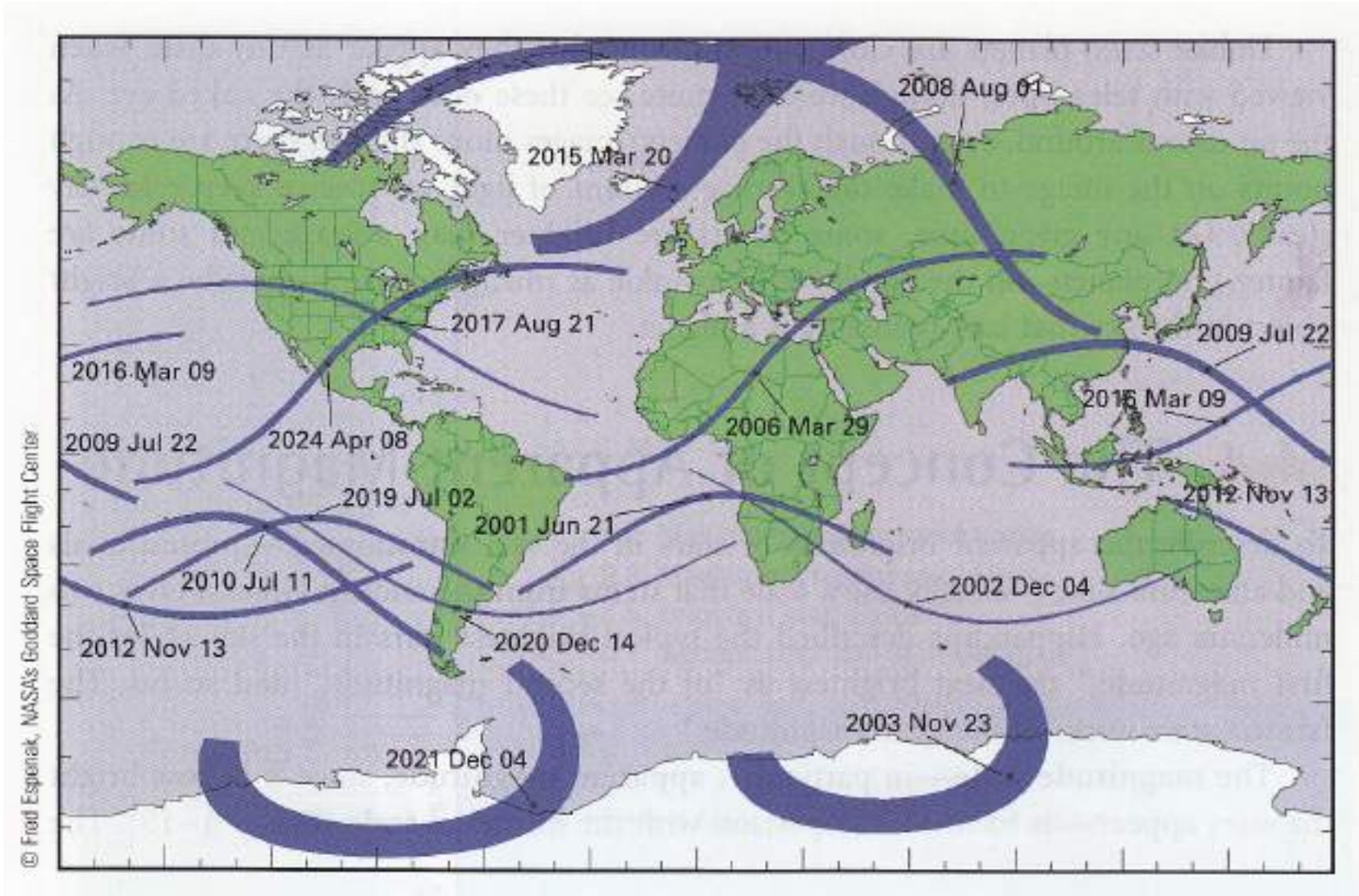
- Sólo cuando la Luna se alinea con el Sol cerca de la línea de los nodos se pueden producir eclipses.
- La Luna pasa todos los meses por *n* y por *n'.*
- Cuando la Luna está en el nodo *n*, si el Sol está a menos de 15 grados de *n* habrá un eclipse de Sol y si está a menos de 10 grados de *n'* habrá un eclipse de Luna.
- Cuando la Luna está en *n'* pasa lo mismo, pero al revés. Si el Sol está a menos de 15 grados de *n'* habrá un eclipse de Sol y si está a menos de 10 grados de *n,* habrá uno de Luna.
- Esto ocurre sólo en dos épocas del año.
- En cada "temporada de eclipses" se puede producir un máximo de tres eclipses; dos de Sol y uno de Luna.
- La temporada de eclipses dura algo más de 30 días.
- En un año se producen generalmente 4 eclipses.
- En un año se pueden producir 5 eclipses.

- La temporada de eclipses dura algo más de 30 días.
- En un año se pueden producir 5 eclipses.
- La línea de los nodos gira alrededor de la eclíptica en 18,61 años por lo cual la "temporada de eclipses" se desplaza dos meses cada tres años, para completar una vuelta en los 18 años y fracción.
- En el 2016 los eclipses ocurrirán en marzo y septiembre pero se irán moviendo hacia febrero y agosto, próximamente.

Eclipse de Sol



Eclipses totales de Sol 2001 - 2025



Eclipse de Luna

- En un eclipse total de Luna, luz refractada y enrojecida por la atmósfera terrestre entra en el cono de sombra de la Tierra y le da un tono rojizo a la Luna eclipsada.
- Los eclipses de Luna se pueden observar desde grandes zonas de la Tierra, en cambio la franja de totalidad en un eclipse de Sol es muy pequeña, de unos 100 kilómetros de ancho, por lo cual un eclipse total de Sol es muy difícil de observar (a menos que uno concurra a la zona del eclipse).

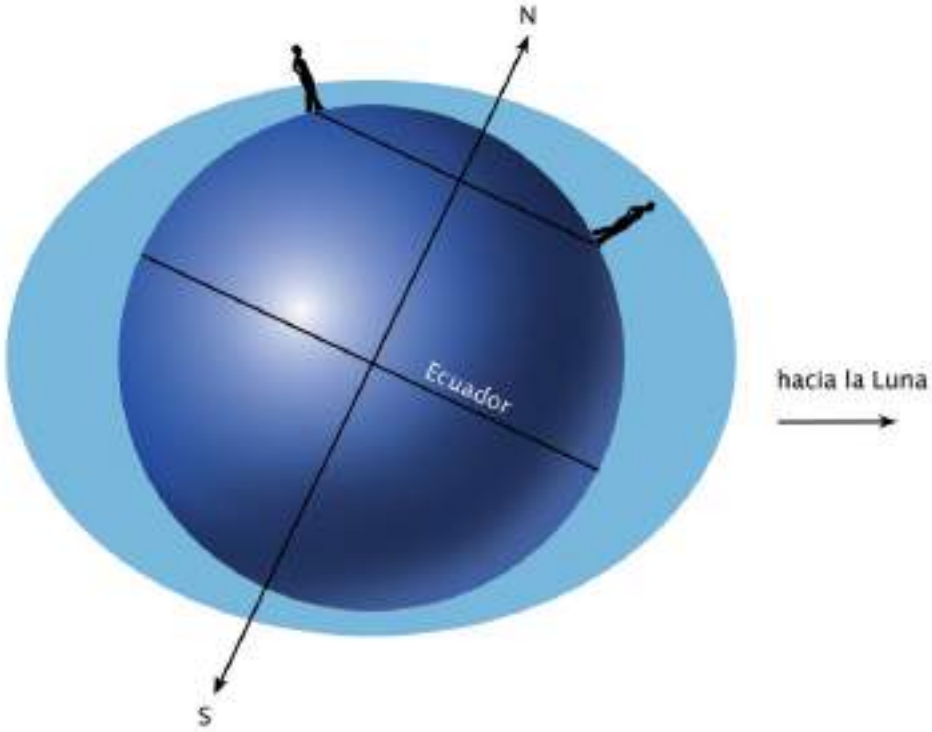
- En el año 2019 el 2 de Julio, habrá un eclipse total de Sol que cruzará por la zona de La Serena y el valle del Elqui.
- En el año 2020 el 14 de diciembre, habrá un eclipse total de Sol en la zona de Temuco, Villarrica y Pucón.

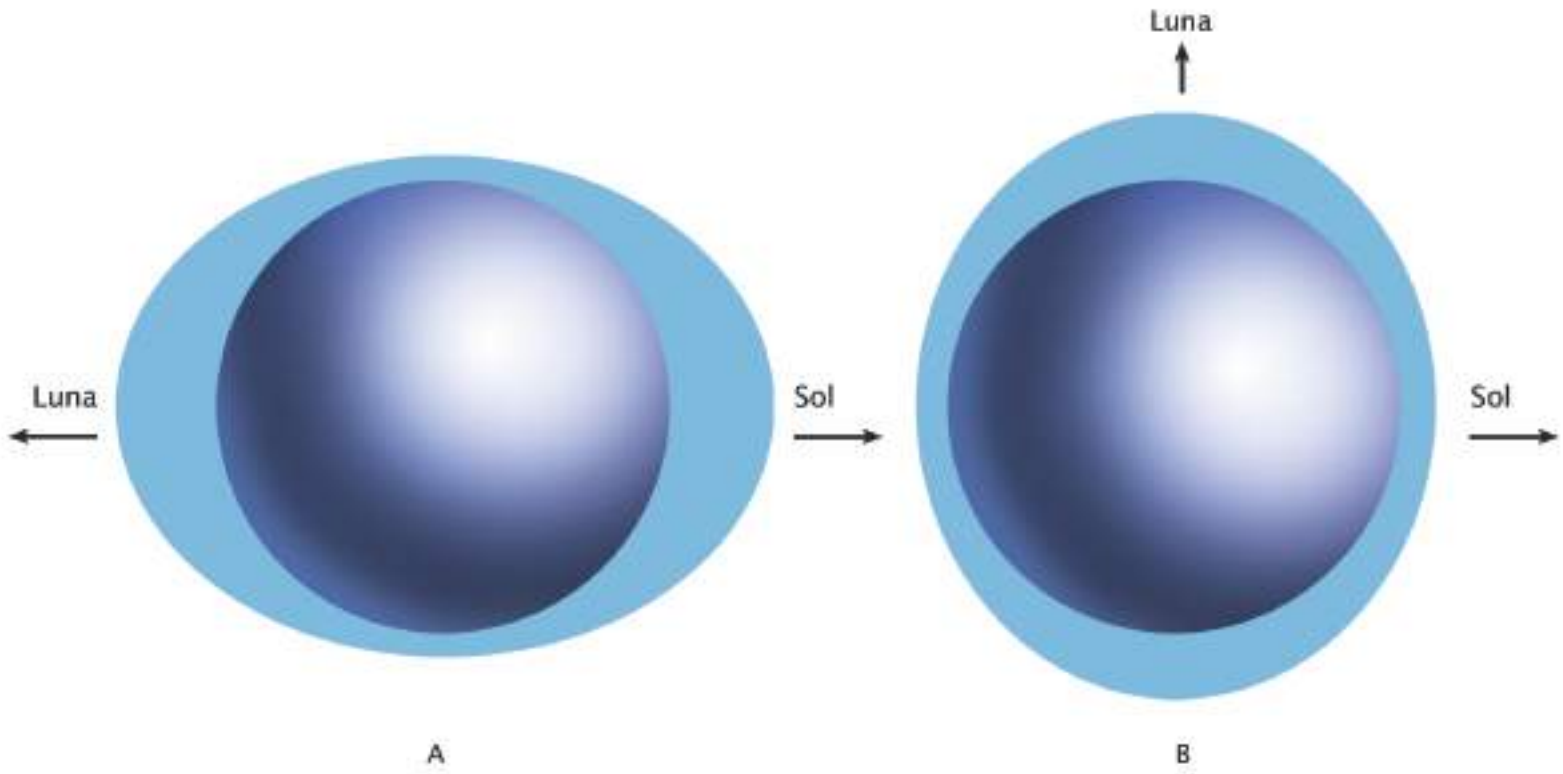
Las mareas

- La fuerza gravitatoria diferencial del Sol y la Luna sobre la Tierra, en particular sobre los océanos, produce las mareas.
- La marea lunar es más de tres veces más intensa que la Solar.
- En un día hay dos mareas lunares y dos solares.
- Las mareas máximas se producen en **novilunio** y en **plenilunio** pues en esos momentos del mes, la marea lunar y la solar se refuerzan.

- Las dos mareas diarias, tanto lunares como solares, no son iguales pues dependen de la latitud del observador.
- Cuando se suman las mareas solares y lunares se obtienen las mareas altas más altas del mes (luna nueva y luna llena).
- Como la órbita lunar es elíptica la mareas son más intensas cuando la luna está nueva o llena en el perigeo, que cuando está en el apogeo.
- [La excentricidad de la órbita lunar es de 0,055 por lo que la distancia de la Luna a la Tierra varía de 363.000 km a 406.000 km, con una media de 384.400 km].

Las mareas



Las dos mareas diarias causadas por la Luna pueden ser percibidas con diferente intensidad en un lugar dado, como muestra la figura.

Mareas en Luna llena (izquierda) y con la Luna en cuarto (a la derecha)